

Helsinki 24.11.2004

BEST AVAILABLE COPY

E T U O I K E U S T O D I S T U S
P R I O R I T Y D O C U M E N T



Hakija
Applicant **ABB Oy**

Patentihakemus nro
Patent application no **20031580**

Tekemispäivä
Filing date **30.10.2003**

Kansainvälinen luokka
International class **H01L**

Keksiinön nimitys
Title of invention
"Menetelmä ja järjestely vaihtosuuntaajan yhteydessä"

Täten todistetaan, että oheiset asiakirjat ovat tarkkoja jäljennöksiä Patentti- ja rekisterihallitukselle alkuaan annetuista selityksestä, patenttivaatimuksista, tiivistelmästä ja piirustuksista.

This is to certify that the annexed documents are true copies of the description, claims, abstract and drawings originally filed with the Finnish Patent Office.

Markku Tenikoski
Markku Tenikoski
Apulaistarkastaja

Maksu 50 €
Fee 50 EUR

Maksu perustuu kauppa- ja teollisuusministeriön antamaan asetukseen 1027/2001 Patentti- ja rekisterihallituksen maksullisista suoritteista muutoksineen.

The fee is based on the Decree with amendments of the Ministry of Trade and Industry No. 1027/2001 concerning the chargeable services of the National Board of Patents and Registration of Finland.

Osoite: Arkadiankatu 6 A Puhelin: 09 6939 500 Telefax: 09 6939 5328
P.O.Box 1160 Telephone: + 358 9 6939 500 Telefax: + 358 9 6939 5328
FIN-00101 Helsinki, FINLAND

Menetelmä ja järjestely vaihtosuuntaajan yhteydessä

Keksinnön tausta

Tämä eksintö liittyy menetelmään ja järjestelyyn vaihtosuuntaajan yhteydessä vaihtosuuntaajan puolijohdekomponenttien lämpötilan vaihteluun 5 liittyvien vaikutusten pienentämiseksi.

Vaihtosuuntaaja on sähköinen laite, jolla voidaan muodostaa taa-juudeltaan muuteltavissa olevaa jännitettä. Tyypillisesti vaihtosuuntaajia käytetään moottoreiden yhteydessä näiden ohjaamiseen muuttuvalla taajuudella tai vastaavasti siirrettäessä sähkötehoa takaisin verkkoon, jolloin vaihtosuunta-10 jan tulee muodostaa taajuudeltaan verkon taajuutta vastaavaa jännitettä. Tällaisesta verkkoon syöttävästä vaihtosuuntaajasta käytetään yleisesti nimitystä verkovahtosuuntaaja.

Vaihtosuuntaajien tehopuolijohteina, eli lähdön jännitteen muodos-tavina kytkinkomponentteina käytetään nykyisin tyypillisesti IGB-transistoreita 15 (Insulated Gate Bipolar Transistor, IGBT), jotka ovat nopeita, hilalta ohjattavia komponentteja. Suurimpien IGBT-komponenttien virtakestoisuus on useita sa-toja ampeereja ja jännitekestoisuus jopa tuhansia voltteja. Vaihtosuuntaajien yhteydessä kytkinkomponentteja käytetään puhtaasti kytkiminä, jolloin niillä on käytännössä kaksi tilaa, eli täysin johtava ja täysin estävä. Mainituista tiloista 20 toiseen tilaan siirrytään mahdollisimman nopeasti komponentissa vaikuttavan yhdenaikaisen jännitteeen ja virran välittämiseksi.

Tässä esimerkkinä mainittu IGBT on komponentti, joka muodostuu useasta eri osasta ja samalla termisesti useasta eri lämpövastuksen omaavasta kappaleesta. Useiden puolijohdekomponenttien voidaan katsoa muodostu-25 van pohjalevystä, substraatista ja itse puolijohde-elementeistä, eli chipeistä. Pohjalevyn tehtävänä on johdattaa komponentissa muodostunut lämpö jääh-dytsriphoihin tai vastaaviin. Pohjalevyn päällä on substraatti, jolle chippi on kiinnitetty. On selvää, että chippi resistiivisenä komponenttina lämpenee no-peimmin ja eniten komponentin läpi kulkevan virran vaikutuksesta. Pohjalevy 30 puolestaan lämpenee komponentin osista hitaimmin ja vähiten, eli sillä on suuri lämpötila-aikavakio, johtuen osaltaan jäähdyksestä ja osaltaan lämmön leviämisestä pohjalevyn suureen tilavuuteen.

Sen lisäksi, että puolijohdekomponenttien eri osilla on erisuureiset lämpötila-aikavakiot, osilla on myös erisuuret lämpölaajenemiskertoimet. Läm-pölaajenemiskerroin kuvaan kappaleen lämpötilan muutoksesta aiheutuvan laa-jenemisen suuruutta. Koska puolijohdekomponentin osat ovat toisisaan tiu-

kasti kiinni, usein juotettuina, aiheutuu erisuurista laajenemisista osien välille mekaanisia voimia, jotka rasittavat komponenttia ja ennen pitkää aiheuttavat komponentin tuhoutumisen.

Erityisen suureksi lämpörasitukseen liittyvä ongelma muodostuu

- 5 kuormitettaessa tehopuolijohteita jaksottaisesti. Jaksottaisella kuormituksella tarkoitetaan kuormitusta, joka ei ole tasainen, vaan koostuu tilanteista, joissa tehopuolijohdetta kuormitetaan tietyn aikaa runsaasti ja tämän jälkeen vain vähän. Tällainen kuormitus saa aikaan tehopuolijohteessa runsasta lämpötilan vaihtelua lämpötilan noustessa voimakkaasti suuren kuormituksen eli virran ai-
- 10 kana ja laskiessa kuormituksen vähentyessä. Jaksollinen kuormitus on omiaan vanhentamaan tehopuolijohdetta ennenaikaisesti.

Vaihtosuuntaajan yhteydessä esimerkinä jaksollisesta käytöstä voidaan mainita esimerkiksi nosturi-, linko- ja hissikäytöt. Esimerkiksi linkokäytöissä vaihtosuuntaajalla ohjataan moottoria pyörittämään linkoa, jonka kiihyttämiseen tarvitaan suuri momentti, joka vastaa suurta virtaa ja vastaavasti suurta puolijohteen lämpenemää. Kiihyttämisen jälkeen linkoa pyöritetään toimintanopeudella, jolloin vaihtosuuntaajan lähtövirta pienenee merkittävästi tarvittavan momentin pienentämisen myötä. Tällöin kiihytyksen aikana lämmennyt puolijohdekomponentti alkaa jäähtyä. Mikäli linkoa edelleen hidastetaan regeneroivasti eli siten, että moottoria käytetään generaattorina, kulkee kytkinkomponenttien läpi jälleen suuri virta, ja komponentit lämpenevät. Tilanne on vastaava hissi-, nosturi- ja muiden jaksottaisten käyttöjen yhteydessä.

Yksi nykyinen tapa käyttöjen mitoittamiseen on tehdä se jaksollisen kuorman aiheuttaman puolijohteen lämpötilan vaihtelon eli amplitudin perusteella. Puolijohdevalmistajat ilmoittavat lämpötilavaihtelon funktiona puolijohteen kestävän todennäköisen jaksomäärän. Lämpötilavaihtelon pienentyessä sallittu maksimijaksomäärä kasvaa.

Nykyisin vaihtosuuntaajia kuten muitakin sähkölaitteita jäähytetään aktiivisesti käytämällä puhaltimia tai nestejäähytystä. Tällaisissa ratkaisuissa lämpöä pyritään siirtämään laitteesta pois ja siten jäähyttämään laitteessa olevia lämpeneviä komponentteja. Jäähytys on yleisimmin vakiotehoinen, jolloin riippumatta tehopuolijohteiden lämpötilasta jäähytyksen toteuttava puhallin tai pumppu toimii vakiokierrosnopeudella. Eräissä ratkaisuissa on myös tunnettua käyttää suoraan lämpötilan mukaisesti muuttuvaa jäähytystä, jolloin lämmön tuotannon lisääntyessä lisätään jäähytyksen tehoa lämpötilan nousun rajoittamiseksi.

On selvää, että käyttämällä komponenttien jäähdyttämiseen puhalinta, saadaan komponenttien maksimilämpötilaa laskettua. Puhaltimen käyttö pelkästään ei kuitenkaan mahdollista komponentin lämpötilaprofiilin pienentämistä niin, että lämpötilan muutoksiin aiheuttamiltä ongelmilta vältyttäisiin erityisesti jaksottaisen käytöjen yhteydessä.

Keksinnön lyhyt selostus

Tämän keksinnön tarkoituksesta on aikaansaada menetelmä ja järjestely vaihtosuuntaajan yhteydessä sekä vaihtosuuntaaja, jotka välittävät edellä mainitut epäkohdat, ja mahdolistavat vaihtosuuntaajan ohjaamisen tavalla, joka pienentää jaksottaisen kuormituksen aiheuttamia termisiä rasituksia ja kasvattaa siten vaihtosuuntaajan käyttöikää. Tämä tarkoitus saavutetaan keksinnön mukaisella menetelmällä ja järjestelyllä, joille on tunnusomaista se, mitä sanotaan itsenäisissä patenttivaatimuksissa 1 ja 9. Keksinnön edulliset suoritusmuodot ovat epäitsenäisten patenttivaatimusten kohteena.

Keksintö perustuu siihen ajatukseen, että vaihtosuuntaajassa tasotetaan tehopuolijohdekomponenteissa syntyviä häviöitä suurella kuormitustasolla aktiivisesti pienentämällä ja pienellä kuormitustasolla kasvattamalla puolijoteen hetkellisten häviöiden määrää. Komponentin häviöiden ohjatulla muuttamisella ja jäähdytyksen ohjauksella komponentin lämpötilaan perustuen voidaan komponentin lämpötilan muutosten nopeutta ja suuruutta rajoittaa merkittävällä tavalla.

Keksinnön mukaisen ratkaisun etuna on se, että hallitsemalla tehopuolijohdekomponenttien lämpötilaa saadaan komponenttien käyttöikää kasvattua merkittävästi erityisesti jaksottaisen käyttötavan yhteydessä, jossa nykyisillä tunnetuilla ratkaisuilla tehopuolijohteet rasittuvat lämpötilan vaihteluiden vaikutuksesta huomattavasti. Lisäksi eksintöä hyödyntämällä laitteiden terminen mitoitus voidaan tehdä aikaisempaa optimalisemaksi, eli laitetta ei tarvitse ylmitoittaa. Vaihtosuuntaajan yhteydessä käytettyä keksinnön mukaisella ratkaisulla ei ole vaikutusta vaihtosuuntaajaan kytketyn moottorin käyttäytymiseen, vaan moottoria voidaan kuormittaa normaalilla tavalla.

Kuvioiden lyhyt selostus

Keksintöä selostetaan nyt lähemmin edullisten suoritusmuotojen yhteydessä, viitaten oheisiin piirroksiin, joista:

Kuvio 1 esittää keksinnön mukaisen ratkaisun periaatteellista lohko-
35 kaaviota; ja

Kuvio 2 esittää esimerkinomaisia käyrämuotoja keksinnön menetelmän erästä sovelluksesta.

Keksinnön yksityiskohtainen selostus

Kuviossa 1 on esitetty periaatteellisella tasolla keksinnön mukaisen

5 menetelmän toteuttava keksinnön järjestelyn lohkokaavio. Järjestely on esitetty liittyen vaihtosuuntaajaan, jolle ei ole esitetty tarkempaa sovelluskohdetta. Onkin selvää, että menetelmää ja järjestelyä voidaan hyödyntää kaikissa mahdollisissa kohteissa, joissa vaihtosuuntaajaa käytetään.

Kuviossa 1 on esitetty, kuinka prosessorielin 1 ohjaa hilaohjaimia

10 GD1, GD2, GD3 prosessorissa olevan ohjausalgoritmin mukaisesti. Hilaohjaimet on vastaavasti kytketty ohjaamaan tehopuolijohteita 2, joista kuviossa 1 on esitetty ainoastaan kaksi kappaletta, eli tyypillisesti yhden vaiheen muodostava kytkinpari. Normaalissa kolmivaihejärjestelmässä tällaisia kytkinpareja on kolme kappaletta.

15 Keksinnön menetelmän mukaisesti määritetään yhden tai useamman tehopuolijohdekomponentin 2 lämpötilaa T tai lämpötilaan vaikuttavaa sähköistä suuretta. Lämpötilan määrittäminen voidaan suorittaa yksinkertaisimillaan mittaaamalla komponentin lämpötilaa tarkoitukseen sopivalla anturilla. Nykykaisten nopeiden prosessorien avulla lämpötila voidaan kuitenkin 20 laskea ohjelmallisesti varsin tarkasti tehopuolijohdekomponentista tehdyn lämpömallin avulla, jolla lämpötilatieto tehopuolijohteen eri osista saadaan reaalialkaiseksi. Lämpömallin avulla vältyää käyttämästä erillistä lämpötilaa mittavaa anturia; riittää kun mitataan jonkin referenssipisteen, esim. pohjalevyn, lämpötila.

25 Puolijohdekomponentin lämpötila T voidaan määrittää sinänsä tunnetulla tavalla lämpömallia käyttäen, kun tiedossa on puolijohdekomponentin läpi kulkevan virran suuruus I ja komponentin yli vaikuttavan jännitteen suuruus U sekä kytkentätaajuus f_{sw} , eli kytkimen kytkentöjen määrä aikayksikköä kohti. Lämpötila muodostuu puolijohdekomponenteissa tehohäviönä, jotka 30 muodostuvat johtohäviöstä ja kytkentähäviöstä. Johtohäviöiden suuruuteen vaikuttaa komponentin läpi kulkevan virran suuruus I, kun taas kytkentähäviöihin vaikuttaa virran suuruuden I lisäksi komponentin yli vaikuttavan jännitteen suuruus U ja luonnollisesti kytkentätaajuus f_{sw} . Keksinnön edullisen suoritusmuodon mukaisesti komponentin lämpötilan määrittäminen käsittääkin vaiheen, jossa määritetään komponentin virran ja jännitteen suuruudet lämpötilan 35 määrittämiseksi käyttäen komponentista laadittua lämpömallia.

Koska komponentin lämpötila muuttuu komponentin läpi kulkevan kuormavirran funktiona, voidaan lämpötilan suuruutta approksimoida jossain määrin kuormavirran avulla. Virran suuruudesta ei kuitenkaan suoraan voida päätellä todellista lämpötilaa komponentissa. Useiden vaihtosuuntaajien ollessa momenttiohjattuja, voidaan lämpötilan käyttäytymistä myös arvioida koneen tuottaman momentin perusteella. Tämä momentti voidaan luotettavalla tavalla laskea vaihtosuuntaajan ohjauspiireissä. Keksinnön suoritusmuodon mukaisesti momenttia käytetään indikoimaan lämpötilan muutosta. Momentti voi olla todellinen ohjattavan koneen tuottama momenttitieto, joka lasketaan koneen voista ja virroista, tai se voi olla koneelle annettava momenttiohje, mikäli kone on momenttiohjattu. Vastaavalla tavalla koneen ollessa virtaohjattu lämpötilan muutosta indikoivana signaalina voidaan käyttää virtaohjetta, tai virtaohjeesta muodostettua suuretta.

Menetelmän mukaisesti edelleen määritetään yhden tai useamman tehopuolijohdekomponentin lämpötilan tai siihen vaikuttavan suureen muutosta. Lämpötilan muutoksen määrittäminen voidaan toteuttaa esimerkiksi tallettamalla määritettyjä lämpötilan arvoja muistiin, joka voi sijaita prosessorin yhteydessä. Muistiin talletettujen lämpötila-arvojen määränpäätelöinti ei tarvitse kuitenkaan olla suuri menetelmän toteuttamiseksi. Edelleen, mikäli varsinaisen lämpötilan sijaan määritetään lämpötilaan vaikuttavaa suuretta, kuten virtaa tai momenttia, tallennetaan myös näitä arvoja muistiin ja määritetään suureen muutosta.

Edelleen menetelmän mukaisesti ohjataan ohjauslaitteistolla 1, GD1, GD2, GD3 tehopuolijohdekomponentteja 2 vasteellisena sekä säätösuhreelle lähdön jännitteen muodostamiseksi että tehopuolijohdekomponenttien lämpötilan tai lämpötilaan vaikuttavan suureen muutosnopeudelle lämpötilan muutosnopeuden pienentämiseksi. Ohjauslaitteisto saa sisääntulonaan sinänsä tunnetulla tavalla säätösuhreensä, joka voi olla esimerkiksi toivottu lähtöjännite, virta tai momentti. Ohjauslaitteiston ensisijainen tehtävä on luonnollisesti huolehtia siitä, että säätösuhreensä mukainen ohjaus toteutetaan. Keksinnön mukaisessa ratkaisussa ohjauslaitteisto saa lisäksi sisääntulonaan tiedon tehopuolijohdekomponentin lämpötilan muutosnopeudesta tai tähän vaikuttavasta suureesta. Tällöin ohjauslaitteistolla ohjataan puolijohdekomponentteja keksinnön mukaisesti siten, että lämpötilan muutos ja muutosnopeus pyritään minimoimaan.

Keksinnön menetelmän edullisen suoritusmuodon mukaisesti ohjataan vaihtosuuntaajan tehopuolijohdekomponenttien jäähdystyselintä 3 vasteell-

lisena tehopuolijohdekomponenttien lämpötilan tai lämpötilaan vaikuttavan suureen muutosnopeudelle lämpötilan muutosnopeuden pienentämiseksi. Tällöin lämpötilan alkaessa kasvaa merkittävällä tavalla jäähdytyselimen 3, kuten edullisesti puhaltimen kierrosnopeutta kasvatetaan, ja siten jäähdytystä tehostetaan lämpötilan nousunopeuden pienentämiseksi. Vastaavalla tavalla tehopuolijohdekomponentin lämpötilan laskiessa jäähdytystä pienennetään voimakkaasti tai jopa lopetetaan kokonaisuudessaan.

Tapauksessa, jossa tehopuolijohdekomponentin lähtövirta pienenee merkittävästi, alkaa komponentti jäähytyä voimakkaasti. Tällöin ensinnäkin ohjataan komponenttia jäähdyttää elintä pienentämään jäähdytystehoa, ja käytetään hyväksi ohjelmallista ratkaisua puolijohteeseen lämpötilan nostamiseen. Ohjelmallisessa ratkaisussa puolijohteita ohjaava ohjauslaitteisto muuttaa moduointia siten, että puolijohteessa tuotetaan enemmän häviötehoa, jolloin komponentin lämpötila ei pääse laskemaan voimakkaasti.

Ohjelmallisesti toteutettava tehopuolijohdekomponentin lämpötilaprofiiliin hallitseminen voidaan toteuttaa esimerkiksi muuttamalla vaihtovirtakäytöjen yhteydessä kuorman loisvirtatasoa. Loisvirtatason kasvattaminen kasvattaa komponentin virtaa, mutta ei vaikuta millään tavoin itse kuormana olevan moottorin käyttöominaisuksiin. Loisvirtatason kasvattaminen on yksinkertainen ohjelmallinen toimenpide, jossa muutetaan jännite- tai virtaohjetta siten, että magnetointitaso kasvaa.

Toinen vaihtoehto lämpötilaprofiiliin hallitsemiseen ohjelmallisesti on kasvattaa kytkentätaajuutta, jolla lähdön tehopuolijohdekomponentteja kytketään kuormaan. Kytkentätaajuuden nostamisen vaikutuksesta puolijohtekomponentin kytkentöjen lukumäärä aikayksikköä kohden nousee, mikä puolestaan johtaa kytkentöjen aikaisten häviöiden kasvamiseen aikayksikköä kohti.

Keksinnön mukaisessa järjestelyssä ohjauslaitteisto ohjaa lähdön tehopuolijohteita vasteellisena sekä säätösuurelle että komponenttien lämpötilalle. Tämän ohjaamisen toteuttaminen voidaan suorittaa ohjelmallisesti siten, että säätösuuren toteuttaminen on ensisijainen tehtävä, jonka jälkeen ohjelmistolla vaikutetaan komponentin häviöteojen määriin lämpötilan muutosnopeuden hallitsemiseksi. Ohjauslaitteisto ohjaa myös jäähdytyselintä siten, että tämän tuottama jäähdyttävän väliaineen, kuten ilman virtaus on muutettavissa tarpeen mukaan.

Useissa sovelluksissa lämpötilaprofiiliin tasoittaminen voidaan aloittaa ennakoivasti, toisin sanoen siten, että varsinaista tietoa lämpötilan muuttaa

tumisesta ei tarvita tasoituksen aloittamiseen. Ennakoiminen voidaan aloittaa esimerkiksi ohjauslaitteelle tulevan virta- tai jänniteohjeen muuttumisen perusteella tai tietona siitä, että nämä ohjeet tulevat pian muuttumaan. Jaksollisissa käytöissä voidaan ennakoiminen toteuttaa vieläkin tehokkaammin, sillä useat 5 jaksottaiset käytöt kestävät määrätyyn aikajakson ajan. Esimerkiksi linkokäytön yhteydessä on usein tarkka tieto siitä, kuinka kauan linkous tai linkousnopeuteen kiihdyttäminen kestää. Samoin hissikäyttöjen yhteydessä hissikorin kiihdyttäminen kestää ajallisesti oleellisesti kaikissa tapauksissa yhtä pitkän ajan. Lisäksi hissikäyttöjen yhteydessä hissin pienin mahdollinen ajomatka on myös 10 tiedossa. Hissikäyttöjen yhteydessä ennakointi voidaan suorittaa lisäksi käytäen hyväksi tietoa hissikorin tilauksesta, sillä tyypillisesti tilauksen suorittamisesta hissin varsinaiseen liikkumiseen kestää pari sekuntia. Tällöin hissin moottoreita ohjaavien vaihtosuuntaajien lämpötilaa voidaan alkaa nostaa ennakolta ennen moottorin suurta momentintarvetta, ja siten saadaan lämpötilaprofiili keksinnön mukaisesti tasoittumaan. Hissikäytössä edelleen voidaan lämpötilanmuutoksia tasaava järjestelmä opettaa ennakoivaan toimintaan perussykliä, joka on kiihdytys, vakionopeus ja jarrutus. Vakionopeudella kuljettava matka riippuu luonnollisesti kuljettavien kerrosvälien matkasta, joka tiedetään vasta hissin tilauksen tai hissillä matkustamisen yhteydessä. Mahdollisia 15 syklejä erimittaisilla matkoilla on kuitenkin rajallinen määrä. Näin ollen puhaltimen ja vaihtosuuntaajan kytkentätaajuuden ohjaus voidaan ohjelmoida etukäteen eri kerrosvälejä varten.

Näiden lähtökohtaisten tietojen perusteella jaksollisessa käytössä menetelmän ja järjestelyn ratkaisua voidaan käyttää siten, että lämpötilan muutosnopeus voidaan minimoida mahdollisimman tehokkaasti. 25

Esimerkkinä menetelmän käytöstä esitetään kuviossa 2 graafisesti kuvattu tilanne, jossa vaihtosuuntaaja toteuttaa menetelmää ohjaten moottoria jaksollisessa käytössä, joka on esimerkissä linkokäyttö. Kuviossa on esitetty käytön moottorin kierrosnopeus, tuotetun momentin itseisarvo, säädettävän 30 puhaltimen kierrosnopeus, vaihtosuuntaajan kytkentätaajuus ja tehopuolijohdekomponenttien lämpötila.

Aluksi linkoa lähdetään kiihdyttämään nopeudesta nolla. Tehokkaan kiihdytyksen aikaansaamiseksi kiihdyttäminen suoritetaan täydellä momentilla. Vaihtosuuntaajan tuottaessa suuren momentin on selvää, että tehopuolijonit pyrkivät lämpenemään voimakkaasti. Koska komponenttien kestävyyden pääramiseksi lämpötilan nopeaa muutosta pyritään keksinnön mukaisesti hi-

dastamaan, ohjataan puhallin tuottamaan voimakkaan jäähdytyksen, joka hillitsee parhaalla mahdollisella tavalla komponentin lämpötilan nousua. Tämä voimakas jäähdytys on esitetty kuviossa 2 puhaltimen kierrosnopeutena. Samalla vaihtosuuntaajaa ohjataan käyttämällä modulointia, joka tuottaa mahdol-

5 lisimman vähän häviötä, eli vaihtosuuntaajan kytkentääajuutta pienennetään.

Kun moottori on kiihdytetty täyneen käytönnopeuteen tarvittavan momentin määrä pienenee merkittävästi. Koska käytönnopeus ja hetkellinen nopeus kiihdytyksen aikana ovat tiedossa, voidaan momentin tarpeen pienennemisen ennakoida esimerkiksi käytönnopeuden ja hetkellisen nopeuden välisestä eroasta. Toinen mahdollinen tapa suorittaa ennakointi on määrittää ennalta syklissä käytettäväät kytkentääjuudet ja puhaltimen kierrosnopeudet. Linkokäytöissä kuorman hitausmomentti on tiedossa, joten koneen tuottaman momentin perusteella voidaan ennalta laskea kiihdykseen tarvittava aika.

Kun käytönnopeus on saavutettu tai kun se on ennakoitu voidaan 15 aloittaa vaihe, jossa lämpötilan laskemisnopeutta pienennetään. Tämä toteutaan kuvion 2 esimerkissä siten, että jäähdytystä pienennetään pienentämällä puhaltimen kierrosnopeutta ja vaikutetaan ohjelmallisesti häviöiden määrään niitä kasvattaen, eli kasvatetaan kytkinkomponenttien kytkentääajuutta. On muistettava, että komponenttien lämpötilasta saadaan jatkuvasti reaalialaista 20 tietoa, joka mahdolistaa lämpötilan kontrolloimisen. Jäähdytyksen pienentäminen ja kaikkia ohjelmallisesti hyödynnettäviä keinoja voidaan käyttää yhtä aikaa, mikäli siihen on tarvetta. Kuvion 2 esimerkissä käytetään sekä ohjattavaa puhallinta että kytkentääjuuden muuttamista. Käytönnopeudella linkoa pyörittäässä tehopuolijoheet pyrkivät jäähymään nopeasti, sillä puolijohteiden 25 virran suuruus myös pienenee nopeasti.

Kun linkoamisaika vakionopeudella on päättynyt, jarrutetaan linkoa tämän pysäytämiseksi. Usein jarruttaminen tehdään moottoria apuna käytäen, jolloin moottorilta vaaditaan kiihdyttämiseen nähden vastakkaisista momenttia. Tällöin taas tehopuolijoheet pyrkivät läpennemään merkittävästi. Jarrutuksen aikana jälleen siirrytään käyttämään pienihäviöstä modulointia, jolloin tuotetaan mahdolisimman vähän häviötehoa komponenteissa. Myös jäähdytystä lisätään lämpötilan nousunopeuden rajoittamiseksi kuten kuviossa 2 on esitetty.

On huomattava, että keksinnön mukaisella ratkaisulla ei ole tarkoitus pienentää komponenttien maksimilämpötilaa, vaan lämpötilan muutosta ja , muutosnopeutta, mikä on ratkaiseva tekijä jaksottaisessa käyttötavassa toimi-

van tehopuolijohteita hyödyntävän laitteen käyttöön kasvattamiseksi. Toisin sanoen, keksinnön mukaisella menetelmällä pyritään pitämään laitteen lämpötila mahdollisimman vakiona.

Lisäksi on huomattava, että vaikka edellä keksintöä on selitetty erityisesti IGBT-komponenttien yhteydessä, keksinnön mukainen ratkaisu soveltuu käytettäväksi kaikkien vaihtosuuntaajassa käytettävien tehokytkimien yhteydessä.

Alan ammattilaiselle on ilmeistä, että keksinnön perusajatus voidaan toteuttaa monin eri tavoin. Keksintö ja sen suoritusmuodot eivät siten rajoitu ylä kuvattuihin esimerkkeihin vaan ne voivat vaihdella patenttivaatimusten puitteissa.

Patenttivaatimukset

1. Menetelmä vaihtosuuntaajan yhteydessä, joka vaihtosuuntaaja käsittää useita tehopuolijohdekomponentteja sekä näitä ohjaamaan sovitettun ohjauslaitteiston, joka ohjauslaitteisto on sovitettu ohjaamaan tehopuolijohdekomponentteja vasteellisena säätösuurelle lähdön jännitteen muodostamiseksi, jolloin menetelmä käsittää vaiheen, jossa

määritetään yhden tai useamman tehopuolijohdekomponentin lämpötilaa tai siihen vaikuttavaa sähköistä suuretta, t u n n e t t u siitä, että menetelmä käsittää lisäksi vaiheet, joissa
- 10 määritetään yhden tai useamman tehopuolijohdekomponentin lämpötilan tai siihen vaikuttavan suuren muutosta, ja

ohjataan ohjauslaitteistolla tehopuolijohdekomponentteja vasteellisena sekä säätösuurelle lähdön jännitteen muodostamiseksi että tehopuolijohdekomponenttien lämpötilan tai lämpötilaan vaikuttavan suuren muutosnopeudelle lämpötilan muutoksen ja muutosnopeuden pienentämiseksi.
- 20 2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, jolloin vaihtosuuntaaja käsittää lisäksi tehopuolijohdekomponentteja jäähdyttämään sovitettun jäähdytyselimen, t u n n e t t u siitä, että jäähdytyselin on ohjattava jäähdytyselin, jolloin menetelmä käsittää lisäksi vaiheen, jossa

ohjataan vaihtosuuntaajan tehopuolijohdekomponenttien jäähdytyselintä vasteellisena tehopuolijohdekomponenttien lämpötilan tai lämpötilaan vaikuttavan suuren muutosnopeudelle lämpötilan muutoksen ja muutosnopeuden pienentämiseksi.
- 25 3. Patenttivaatimuksen 1 tai 2 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että tehopuolijohdekomponentin lämpötilan määrittäminen käsittää vaiheet, joissa

määritetään komponentin läpi kulkevan virran suuruutta ja komponentin yli vaikuttavan jännitteen suuruutta,

määritetään tehopuolijohdekomponentin kytkentöjen määrä, ja
- 30 lasketaan tehopuolijohdekomponentin lämpötilaa määritetyn virran ja jännitteen suuruuden ja kytkentöjen määrä perusteella käyttäen tehopuolijohdekomponentista etukäteen laadittua lämpömallia.
- 35 4. Patenttivaatimuksen 1 tai 2 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että tehopuolijohdekomponenttien ohjaaminen vasteellisena tehopuolijohdekomponenttien lämpötilan tai lämpötilaan vaikuttavan suuren muutosnopeudelle lämpötilan muutoksen ja muutosnopeuden pienentämiseksi käsit-

täällä vaiheen, jossa kasvatetaan tehopuolijohdekomponenttien kytkentääajuutta vasteellisena tehopuolijohdekomponenttien lämpötilan tai lämpötilaan vaikuttavan suureen pienenemiselle tai pienennetään tehopuolijohdekomponenttien kytkentääajuutta vasteellisena tehopuolijohdekomponenttien lämpötilan tai lämpötilaan vaikuttavan suureen kasvamiselle.

5. Patenttivaatimuksen 1, 2 tai 4 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että tehopuolijohdekomponenttien ohjaaminen vasteellisena tehopuolijohdekomponenttien lämpötilan tai lämpötilaan vaikuttavan suureen muutosnopeudelle lämpötilan muutoksen ja muutosnopeuden pienentämiseksi käsitteää vaiheen, jossa kasvatetaan tehopuolijohdekomponenttien loisvirtatasoa vasteellisena tehopuolijohdekomponenttien lämpötilan tai lämpötilaan vaikuttavan suureen pienenemiselle tai pienennetään tehopuolijohdekomponenttien loisvirtatasoa vasteellisena tehopuolijohdekomponenttien lämpötilan tai lämpötilaan vaikuttavan suureen kasvamiselle.

15. Jonkin edeltävän patenttivaatimuksen 2 - 5 mukainen menetelmä, jolloin jäähdytyselin on moottorikäyttöinen tuuletin, t u n n e t t u siitä, että jäähdytyselimen ohjaaminen vasteellisena tehopuolijohdekomponenttien lämpötilan tai lämpötilaan vaikuttavan suureen muutosnopeudelle käsitää vaiheen, jossa kasvatetaan moottorikäyttöisen tuulettimen kierrosnopeutta vasteellisena tehopuolijohdekomponenttien lämpötilan tai lämpötilaan vaikuttavan suureen kasvamiselle tai pienennetään moottorikäyttöisen tuulettimen kierrosnopeutta vasteellisena tehopuolijohdekomponenttien lämpötilan tai lämpötilaan vaikuttavan suureen pienenemiselle.

25. Jonkin edeltävän patenttivaatimuksen 1 - 6 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että menetelmä käsitteää lisäksi vaiheen, jossa ennakoitaa tuleva lämpötilan muutokseen johtava säätösuuren muutos, ja aloitetaan toimenpiteet lämpötilan muutoksen pienentämiseksi vasteellisena ennakoinnille.

30. Jonkin edeltävän patenttivaatimuksen 1 - 7 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että lämpötilaan vaikuttava suure on momentti-, virta-, tai jänniteohje tai koneen määritetty momentti, virta tai jännite.

35. Järjestely vaihtosuuntaajan yhteydessä, joka vaihtosuuntaaja käsitteää useita tehopuolijohdekomponentteja sekä näitä ohjaamaan sovitettun ohjauslaitteiston, joka ohjauslaitteisto on sovitettu ohjaamaan tehopuolijohdekomponentteja vasteellisena säätösuureelle lähdön jännitteeen muodostamiseksi, jolloin järjestely käsitteää

väliset yhden tai useamman tehopuolijohdekomponentin lämpötilan tai siihen vaikuttavan sähköisen suureen määrittämiseksi, t u n n e t t u sii-
tä, että järjestely käsittää lisäksi

väliset yhden tai useamman tehopuolijohdekomponentin lämpöti-
5 lan tai siihen vaikuttavan suuren muutoksen määrittämiseksi, ja
ohjauslaitteiston tehopuolijohdekomponenttien ohjaamiseksi vas-
teellisena sekä säätösuureelle lähdön jännitteen muodostamiseksi että teho-
puolijohdekomponenttien lämpötilan tai lämpötilaan vaikuttavan suuren muu-
tosnopeudelle lämpötilan muutoksen ja muutosnopeuden pienentämiseksi.
10 10. Patenttivaatimuksen 9 mukainen järjestely, jolloin vaihtosuun-
taaja käsittää lisäksi tehopuolijohdekomponentteja jäähdyttämään sovitetuun
jäähdytyselin, t u n n e t t u siitä, että jäähdytyselin on ohjattava jäähdytyselin,
jolloin järjestely käsittää lisäksi
väliset vaihtosuuntaajan tehopuolijohdekomponenttien jäähdy-
15 tyselimen ohjaamiseksi vasteellisena tehopuolijohdekomponenttien lämpötilan
tai lämpötilaan vaikuttavan suuren muutosnopeudelle lämpötilan muutoksen
ja muutosnopeuden pienentämiseksi.

(57) Tiivistelmä

Menetelmä ja järjestely vaihtosuuntaajan yhteydessä, joka vaihtosuuntaaja käsittää useita tehopuolijohdekomponentteja sekä näitä ohjaamaan sovitettuun ohjauslaitteiston, joka ohjauslaitteisto on sovitettu ohjaamaan tehopuolijohdekomponentteja vasteellisena säätösuureelle lähdön jännitteen muodostamiseksi. Menetelmä käsittää vaiheet, joissa määritetään yhden tai useaman tehopuolijohdekomponentin lämpötilan tai siihen vaikuttavan suureen muutosta, ja ohjataan ohjauslaitteistolla tehopuolijohdekomponentteja vasteellisena sekä säätösuurelle lähdön jännitteen muodostamiseksi että tehopuolijohdekomponenttien lämpötilan tai lämpötilaan vaikuttavan suureen muutosnopeudelle lämpötilan muutoksen ja muutosnopeuden pienentämiseksi.

(Kuvio 1)

L5

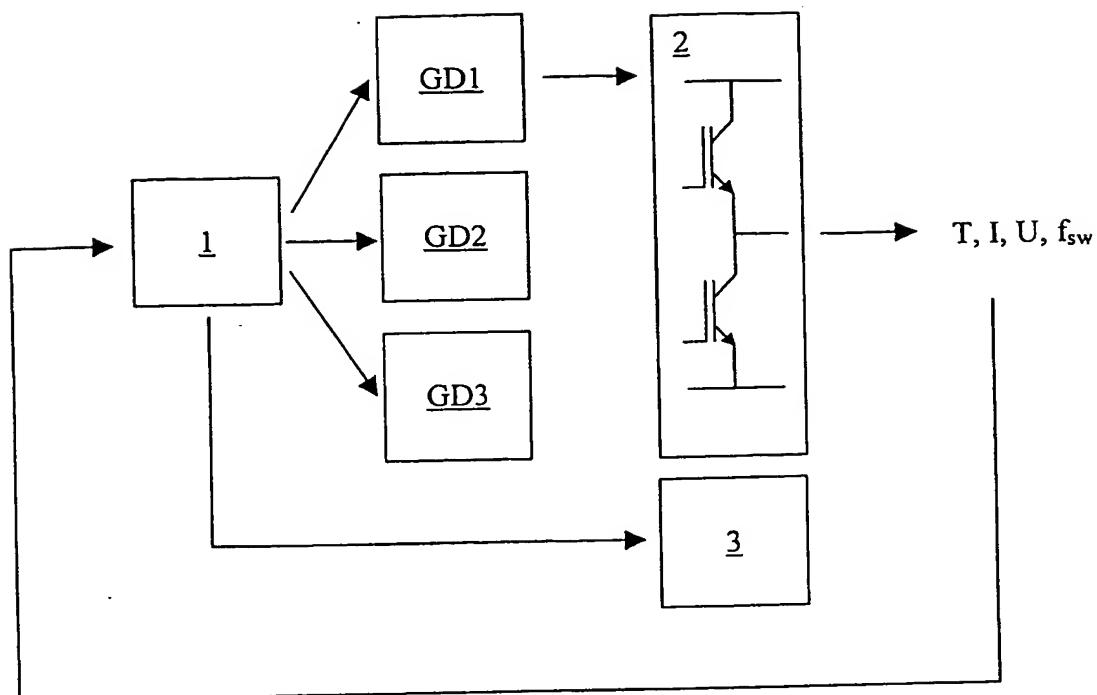


FIG 1

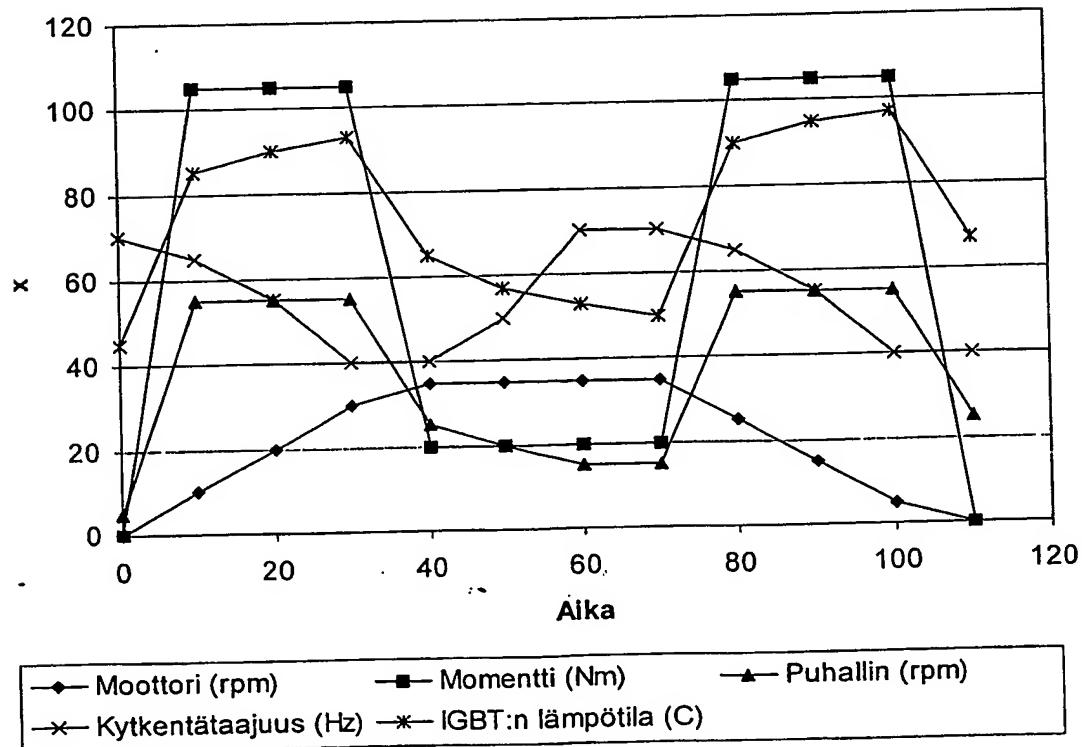


FIG 2

Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/FI04/000642

International filing date: 29 October 2004 (29.10.2004)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: FI
Number: 20031580
Filing date: 30 October 2003 (30.10.2003)

Date of receipt at the International Bureau: 28 December 2004 (28.12.2004)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse